

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-076629

(43)Date of publication of application : 23.03.2001

(51)Int.Cl.

H01J 11/02

H01J 9/02

(21)Application number : 11-253570

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 07.09.1999

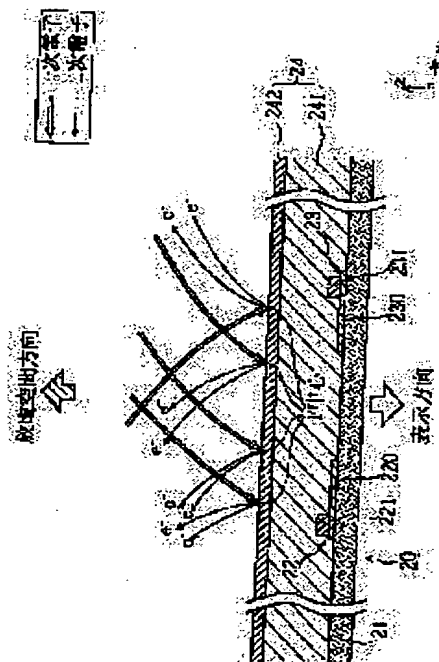
(72)Inventor : AOKI MASAKI  
TANAKA HIROYOSHI  
YASUI HIDEAKI  
TAKADA YUSUKE  
SHIOKAWA AKIRA  
MURAI RYUICHI

## (54) GAS DISCHARGE PANEL, AND MANUFACTURE THEREOF

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gas discharge panel and a manufacturing method thereof which can be driven at a lower drive voltage than conventional devices, and which has excellent luminous efficiency.

SOLUTION: A protective layer 242 comprising at least one of magnesium oxide, aluminum oxide, and spinel is produced by a method selected from among a plasma CVD method, a sputtering method, and an ion plating method while applying a negative bias voltage to a front panel 20, and in a crystal structure of the protective layer 242, oxygen defectives (F-centers) where two free electrons are trapped are formed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3623406

[Date of registration]

03.12.2004



[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-76629

(P2001-76629A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 1 J 11/02		H 0 1 J 11/02	B 5 C 0 2 7
9/02		9/02	F 5 C 0 4 0

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-253570

(22) 出願日 平成11年9月7日 (1999.9.7)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 青木 正樹

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 田中 博由

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100090446

弁理士 中島 司朗 (外 1 名)

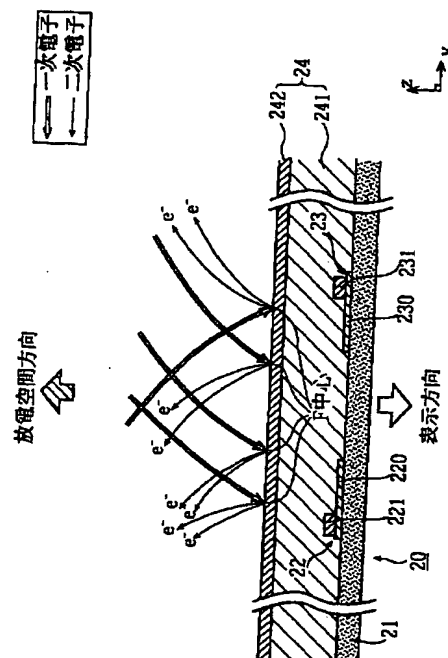
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス放電パネルとその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 従来より低い駆動電圧で駆動でき、かつ発光効率の優れたガス放電パネルとその製造方法を提供する。

【解決手段】 負のバイアス電圧をフロントパネル20に印加しつつ、プラズマCVD法、スパッタ法、イオンブレーティング法から選択した方法により酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、スピネルのうち1種類以上よりなる保護層242を作製し、当該保護層242の結晶構造中に2個の自由電子がトラップされた酸素欠陥 (F中心) を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第一の電極と誘電体層が表面にその順に形成された第一のプレートと、第二のプレートが、前記誘電体層と対向するように配設されたガス放電パネルであって、  
前記誘電体層は、少なくとも第二のプレートに対向する表面が金属酸化物より構成され、かつ当該金属酸化物の結晶構造中には2個の自由電子がトラップされた酸素欠陥が含まれていることを特徴とするガス放電パネル。

【請求項2】 前記金属酸化物は、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、スピネルから選ばれていることを特徴とする請求項1に記載のガス放電パネル。

【請求項3】 第一の電極を形成した第一のプレート表面に誘電体層を形成する第一ステップと、第一のプレート面と第二のプレート面を対向して貼着する第二ステップとを備えるガス放電パネルの製造方法であって、前記第一ステップにおいて、プラズマCVD装置、スパッタ装置、イオンプレーティング装置から選択した装置を用い、当該装置の高周波発生部と第一のプレートとの間にバイアス電圧を印加しつつ、少なくとも第二のプレートに対向する表面部分が金属酸化物からなる誘電体層を形成することを特徴とするガス放電パネルの製造方法。

【請求項4】 前記第一ステップにおいて形成される誘電体層の前記金属酸化物は酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、スピネルから選ばれたものであることを特徴とする請求項3に記載のガス放電パネルの製造方法。

【請求項5】 前記第一ステップにおいて、30Pa～300Paの圧力下で、第一のプレートに-100V～-200Vの負のバイアス電圧を印加しつつ、プラズマCVD装置により、前記金属酸化物からなる層を形成することを特徴とする請求項3または4に記載のガス放電パネルの製造方法。

【請求項6】 前記第一ステップにおいて、0.1Pa～10Paの圧力下で、第一のプレートに-100V～-200Vの負のバイアス電圧を印加しつつ、スパッタ装置により、前記金属酸化物からなる層を形成することを特徴とする請求項3または4に記載のガス放電パネルの製造方法。

【請求項7】 前記第一ステップにおいて、0.01Pa～1.0Paの圧力条件下で、第一のプレートに-500V～-1500Vの負のバイアス電圧を印加しつつ、イオンプレーティング装置により、前記金属酸化物からなる層を形成することを特徴とする請求項3または4に記載のガス放電パネルの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は表示デバイス等に用いるガス放電パネルとその製造方法に関するものであって、特に高品位のプラズマディスプレイパネルとその製

造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、ハイビジョンをはじめとする高品位で大画面のディスプレイに対する期待が高まっている中で、CRT、液晶ディスプレイ(LCD)、プラズマディスプレイパネル(PDP)といった各ディスプレイ装置が各分野において期待に応えるべく研究開発されている。

【0003】 従来からテレビのディスプレイとして広く普及しているCRTは、解像度や画質の点で優れているが、大型化に伴って奥行き及び重量が増す傾向があり、40インチ以上の大画面化には不向きである。またLCDは消費電力が少なく、奥行きと重量に対する問題も回避できる利点があるが、実際に大画面化した場合にプロセスコストや表示にかかる応答速度などの点で改良すべき問題を有している。

【0004】 このようなCRTやLCDに対し、ガス放電表示装置に用いられるPDPは、小さい奥行きでも大画面化することが比較的容易である。PDPは、2枚のガラス板間にストライプ状に形成した隔壁(リブ)と、隔壁間にRGB各色毎に配置した蛍光体層を有し、隔壁の長手方向に対して直交配置した複数対の表示電極により、隔壁とガラス板の間の放電空間に封入した放電ガス(He-Xe系、Ne-Xe系等)中で放電し、これにより発生する紫外線(UV)により蛍光体を励起発光して画面表示するものである。

【0005】 このような構造を有するPDPは、すでに50インチクラスの製品が開発されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 PDPのパネル輝度は、主として放電ガス中で発生する紫外線の強度に依存する。現行の40～42インチクラス(画素数640×480個、セルピッチ0.43mm×1.29mm、単位セル面積0.55mm<sup>2</sup>)のNTSC方式PDPでは、紫外線(波長約147nm)によって150～250cd/m<sup>2</sup>の発光効率を得ている。

【0007】 これに対し、近年注目を集めているハイビジョン型PDPは、例えば42インチクラスで画素数1920×1125、セルピッチ0.15mm×0.48mm、および単位セル面積0.072mm<sup>2</sup>等の性能が要求されており、現行のPDPの製品に比べて相当に高精細の構造となる。一般的に紫外線の強度は放電空間の体積に比例し、発光効率も蛍光体層の紫外線受光面積に依存する性質があるので、高精細のPDPでは放電空間が小さくなり発光効率が低下し易い。したがって従来の技術でハイビジョン型PDPを作製すると、発光効率は30～40cd/m<sup>2</sup>にまで下がると思われる。高精細なPDPで良好な画面表示を行うためには、この発光効率を飛躍的に向上させることが必要となる。

【0008】 また高精細なパネルでは、各対の表示電極

の間隙が従来よりも狭くなる。この場合、一般的な放電ガスの封入圧力下（500～760 Torr）において、各対の表示電極での放電開始電圧は従来より高くなる（バッシュンの法則）。高精細なPDPでは単位セル数が多く、これに表示電極の数も比例するため、全体的なPDPの消費電力は従来よりかなり上昇してしまうことが予想される。低い消費電力の製品が望まれる今日では、このような消費電力の増加を抑制する必要がある。

【0009】さらに、高精細なPDPでは走査線数が従来より約3倍近く増加する。これは、ハイビジョン型PDPなどの高解像度の画面表示を行うために、従来の約3倍の走査速度が要求されることを意味する。ここで、各対の表示電極にパルスを加してから実際に放電するまでに若干の時間的遅れ（放電遅れ）が生じるといった性質がある。このため、高精細なPDPで高解像度の画面表示を行うには、放電遅れを短く抑えることで走査速度を向上させる必要がある。

【0010】本発明は以上のように、パネル輝度の向上、消費電力の抑制、走査速度の向上の3点の課題を主として鑑みてなされたものであって、その目的は、従来より低い駆動電圧で駆動でき、かつ発光効率の優れたガス放電パネルとその製造方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決する手段】上記を解決するために、本発明は第一の電極と誘電体層が表面にその順に形成された第一のプレートと、第二のプレートが、前記誘電体層と対向するように配設されたガス放電パネルとして、前記誘電体層は、少なくとも第二のプレートに対向する表面が金属酸化物より構成され、かつ当該金属酸化物の結晶構造中には2個の自由電子がトラップされた酸素欠陥が含まれているものとした。

【0012】このような構成の誘電体層によって、放電開始時に放電ガスの電離などに由来して発生する一次電子が、少なくとも誘電体層表面の金属酸化物からなる層（以下、実施の形態および実施例も含めて「保護層」という）の酸素欠陥に衝突し、2個の自由電子が二次電子として放電空間に放出される。本発明では保護層に2個の自由電子をトラップする酸素欠陥を存在させているため、主として1個の自由電子をトラップする酸素欠陥しか存在しなかった従来の保護層よりも二次電子が多数得られる。

【0013】したがって本発明では、同じ電圧を加しても放電空間に比較的豊富な数の電子が存在することになり、良好な規模のプラズマが低電力で形成され、優れた発光効率のガス放電パネルを実現することが可能となる。また豊富な二次電子の存在により、低電圧の印加でも放電がすばやく形成し易くなるため、走査速度が向上する効果も期待できる。

【0014】このようなことから、本発明はハイビジョン型のPDPなどのガス放電パネルに特に有効である。

なお前記金属酸化物としては、酸化マグネシウム（ $MgO$ ）、酸化アルミニウム（ $Al_2O_3$ ）、スピネル（ $MgAl_2O_4$ ）などが挙げられる。このような本発明のガス放電パネルは、第一の電極を形成した第一のプレート表面に誘電体層を形成する第一ステップと、第一のプレート面と第二のプレート面を対向して貼着する第二ステップとを備えるガス放電パネルの製造方法によって、前記第一ステップにおいて、プラズマCVD装置、スパッタ装置、イオンプレーティング装置から選択した装置を用い、当該装置の高周波発生部と第一のプレートとの間にバイアス電圧を加しつつ、少なくとも第二のプレートに対向する表面部分が金属酸化物からなる誘電体層を形成することにより製造が可能である。

【0015】具体的には後述の実施例で説明するように、以下の条件に設定して製造するのが望ましいということが明らかになっている。すなわちプラズマCVD装置を用いる場合は、前記第一ステップにおいて、30 Pa～300 Paの圧力下で、第一のプレートに-100 V～-200 Vの負のバイアス電圧を加しつつ、前記金属酸化物からなる層を形成するのが望ましい。

【0016】またスパッタ装置を用いる場合は、前記第一ステップにおいて、0.1 Pa～10 Paの圧力下で、第一のプレートに-100 V～-200 Vの負のバイアス電圧を加しつつ、前記金属酸化物からなる層を形成することが望ましい。さらにイオンプレーティング装置を用いる場合には、前記第一ステップにおいて、0.01 Pa～1.0 Paの圧力条件下で、第一のプレートに-500 V～-1500 Vの負のバイアス電圧を加しつつ、前記金属酸化物からなる層を形成するのが望ましい。

【0017】

【発明の実施の形態】1. ガス放電パネル（PDP）の構成

1-1. PDPの全体的な構成

図1は、本発明の実施の形態に係るガス放電パネルの一例であるPDP交流面放電型PDP（以下単に「PDP」という）の主要構成を示す部分的な断面斜視図である。図中、z方向がPDPの厚み方向、xy平面がPDPのパネル面に平行な平面に相当する。本PDPは42インチクラスのハイビジョン仕様に合わせた構成になっている。

【0018】図1に示すように、本PDPは互いに主面を対向させて配設されたフロントパネル20およびバックパネル26から構成される。フロントパネル20の基板となるフロントパネルガラス21には、その片面に厚さ0.1 μm、幅150 μmの帯状の透明電極220（230）と、厚さ7 μm、幅50 μmのバスライン221（231）で構成される表示電極22（23）（X電極23、Y電極22）がx方向に沿って複数対並設され、各対の表示電極22、23との間隙（約50 μm）

で面放電を行うようになっている。

【0019】表示電極 22、23 を配設したフロントパネルガラス 21 には、当該ガラス 21 の面全体にわたって誘電体層 24 がコートされている。具体的に誘電体層 24 は、誘電体層本体 241 と保護層 242 とからなり、フロントパネルガラス 21 の表面に厚さ約  $20\mu\text{m}$  の誘電体層 241 本体がコートされた上に厚さ約  $0.9\mu\text{m}$  の保護層 242 がコートされている。

【0020】バックパネル 26 の基板となるバックパネルガラス 27 には、その片面に厚さ  $5\mu\text{m}$ 、幅  $60\mu\text{m}$  の複数のアドレス電極 28 が y 方向を長手方向として一定間隔毎（約  $150\mu\text{m}$ ）でストライプ状に並設され、このアドレス電極 28 を内包するようにバックパネルガラス 27 の全面にわたって厚さ  $30\mu\text{m}$  の誘電体膜 29 がコートされている。誘電体膜 29 上には、隣接するアドレス電極 28 の間隙に合わせて高さ  $100\mu\text{m}$ 、幅  $35\mu\text{m}$  の隔壁 30 が配設され、そして隣接する隔壁 30 の側面とその間の誘電体膜 29 の面上には、赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) の何れかに対応する蛍光体層 31～33 が形成されている。これらの RGB 各蛍光体層 31～33 は x 方向に順次配されている。

【0021】このような構成を有するフロントパネル 20 とバックパネル 26 は、アドレス電極 28 と表示電極 22、23 の互いの長手方向が直交するように対向させつつ、両パネル 20、26 の外周縁部にて接着し封止されている。前記両パネル 20、26 間には He、Xe、Ne などの希ガス成分からなる放電ガス（封入ガス）が所定の圧力（従来は通常  $500\sim 760\text{Torr}$  程度）で封入されている。

【0022】隣接する隔壁 30 間は放電空間 38 となり、隣り合う一对の表示電極 22、23 と 1 本のアドレス電極 28 が放電空間 38 を挟んで交叉する領域が、画像表示にかかるセル（不図示）に対応している。x 方向のセルピッチは約  $160\mu\text{m}$ 、y 方向のセルピッチは約  $480\mu\text{m}$  である。そして、この PDP を駆動する時には不図示のパネル駆動部によって、アドレス電極 28 と表示電極 22、23 のいずれか（本実施の形態ではこれを X 電極 23 とする。なお一般に、当該 X 電極 23 はスキャン電極、Y 電極 22 はサステイン電極と称される）にパルス印加し、放電させることにより各セルに書き込み放電（アドレス放電）を行った後、一对の表示電極 22、23 同士にパルス印加し、放電させることによって短波長の紫外線（波長約  $147\text{nm}$  を中心波長とする共鳴線）を発生させ、蛍光体層 31～33 を発光させて画像表示をなす。

【0023】ここにおいて、本 PDP の主たる特徴は保護層 242 の構成にある。上記保護層 242 は、2 個の自由電子をトラップした酸素欠陥 (F 中心) が結晶構造中に存在していることを特徴とする。

1-2 本実施の形態の保護層の構成による効果

前述のような構成の保護層を有する本 PDP によれば、PDP 駆動時の放電維持期間の初期において各対の表示電極 22、23 にパルスが印加されると、当該表示電極 22、23 の間隙で放電が開始される。そして次第に保護層 242 の表面から放電が放電空間に拡大し、放電ガスの原子が電離してプラズマが形成されるようになる。このとき放電ガスの電離から一次電子が発生し、保護層 242 の表面に衝突するが、一次電子が 2 個の自由電子をトラップした F 中心に衝突すると、これらの自由電子が 2 個とも二次電子となって放電空間 38 に飛び出る。

【0024】図 2 は、当該保護層 242 を中心とするフロントパネル 20 の z 方向断面図である。当図のように本実施の形態では、一次電子が保護層 242 の F 中心に衝突すると、理論的に一次電子の倍数の二次電子が得られる。なお、当図ではこの機構を分かり易くするため一次電子は F 中心に衝突するものだけを表示しているが、当然ながら実際には一次電子は他の領域の保護層 242 の表面（従来より存在する 1 個の自由電子をトラップする F 中心を含む）、および蛍光体層 31～33 等にも衝突している。

【0025】ここで、二次電子放出係数を  $\gamma$ 、放電開始電圧を  $V_f$  とするとき、これらの関係は次の数 1 で表すことができる（「プラズマディスプレイ」、共立出版 1983 年 pp.43 を参照）。

$$[\text{数}1] \quad V_f = E/\alpha \ln(1/\gamma + 1)$$

なお  $E$  と  $\alpha$  はともに放電ガスの種類によって決定される定数である。

【0026】数 1 に示されるように、放電開始電圧  $V_f$  と二次電子放出係数  $\gamma$  とは反比例の関係にあるため、従来より二次電子の放出量が向上されている本発明の保護層 242 によって、二次電子放出係数  $\gamma$  は大きい値を取るため、放電開始電圧  $V_f$  は低減されることとなる。その結果、豊富な二次電子によってプラズマが拡大し、良好な蛍光発光が得られ、パネル輝度が向上する。またプラズマ中の電子数が豊富になるので、アドレス放電時における電圧（書き込み電圧）も抑制され、全体として PDP の駆動にかかる消費電力が効率よく低減される。

【0027】また、放電空間 38 に豊富に二次電子が存在する状態で書き込み電圧が抑制され、従来より低い電圧でアドレス放電が行えるようになり、各電極 22、23、28 にパルス印加してから放電が開始するまでの時間（放電遅れ）が短くなる（「プラズマディスプレイ」共立出版、pp.50～51、1982 年を参照）。したがって画面表示にかかる応答性が改善され、ハイビジョン型 PDP などの走査線が比較的多いガス放電パネルにおいても良好な表示性能（走査速度）を得ることが可能となる。

【0028】なお、 $\text{MgO}$  以外にも、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  などの材料で結晶構造に 2 個の二次電子をトラップする F 中心を形成できる（「電気学会放電研究会資



料」ED-98-202 1998年を参照)ので、本発明ではこれらの材料も保護層242の材料として使用可能である。以上の保護層242の構成によって、本PDPでは良好なパネル輝度と優れた発光効率を得られる。その理由は、具体的には次のように考察することができる。

【0029】1-3.従来と本実施の形態における保護層の違いについて

前述のように、PDPでは各対の表示電極22、23より生じる放電をもとに放電空間で放電ガスのプラズマを形成し、このプラズマにより紫外線を発生して蛍光体を励起発光させるが、蛍光体の発光規模(パネル輝度)は紫外線の強度に比例する。これは、プラズマに含まれる電子数を多くして紫外線の強度を高めるとパネル輝度が向上することを意味する。

【0030】各対の表示電極22、23の放電に由来し、プラズマに含まれる一次電子は、一対の表示電極22、23のうち一方の表示電極22(23)から保護層242の表面を介して放電空間38へと広がった後、他方の表示電極23(22)へ再び移動する。ここで、従来より保護層242の結晶構造中には自由電子をトラップする酸素欠陥(F中心)と呼ばれる部位が存在する。このF中心に一次電子が衝突すると、酸素欠陥にトラップされていた自由電子が放電空間38に飛び出して二次電子となる。放電空間38のプラズマは二次電子によっても形成するので、放電空間38に二次電子が充満するほど放電規模が拡大される。つまり放電空間38に占める二次電子数が多いほどプラズマが大きくなり、パネル輝度が向上するので、一次電子に対して得られる二次電子の数は多いほど望ましい(「プラズマディスプレイ」共立出版(株)pp.47~49、1982年を参照)。

【0031】ここで、従来の保護層に存在するF中心は自由電子を1個しかトラップしない類のものであり、(Y. CHEN, Phys. Rev. Volume. 182 No. 3 pp. 182, 1969を参照)、1個の一次電子がF中心に当たっても二次電子は1個しか得られなかった。したがって二次電子を効率よく獲得し、プラズマを拡大してパネル輝度の向上に有効利用することは困難とされている。

【0032】これに対し本発明は、保護層242の結晶構造中に2個の自由電子がトラップされたF中心を形成し、理論的に1個の一次電子の衝突により2個の二次電子が得られるように図り、十分な二次電子を獲得してパネル輝度の向上を可能にしている。

1-4.保護層の酸素欠陥(F中心)の存在を確認する方法

2個の自由電子がトラップされたF中心は、カソードルミネッセンス測定において固有の発光ピークを呈するので存在が確認できる。具体的にはMgOの場合、波長3

55、574、975nmの各発光ピークを呈し、 $Al_2O_3$ の場合、410nmの発光ピーク、さらに $MgAl_2O_4$ の場合、355、410、700nmの各発光ピークを呈する。従来より保護層に存在する1個の自由電子をトラップするF中心のカソードルミネッセンスの発光ピークは、MgOの場合700nm、 $Al_2O_3$ の場合300nm、 $MgAl_2O_4$ の場合300nmであることが知られている(詳しくは、 $Al_2O_3$ については気象学会研究会資料ED98-202、pp.23、1998年、MgOについてはPhys. Rev. B, Volume. 1 No. 4, 15, Feb. 1970等を参照、なお $MgAl_2O_4$ については $Al_2O_3$ と同様であると類推している)。

2. PDPの作製方法

次に、上記PDPの作製方法について、その一例を説明する。

【0033】2-1. フロントパネルの作製

厚さ約2.6mmのソーダライムガラスからなるフロントパネルガラス21の面上に表示電極22、23を作製する。これにはまず、透明電極220、230を次のフォトリソグラフィにより形成する。フロントパネルガラス21の全面に、厚さ約0.5 $\mu m$ でフォトリソレジスト(例えば紫外線硬化型樹脂)を塗布する。そして透明電極220、230のパターンのフォトリソマスクを上に乗せて紫外線を照射し、現像液に浸して未硬化の樹脂を洗い出す。次に透明電極220、230の材料としてITO等をフロントパネルガラス21のレジストのギャップに塗布する。この後に洗浄液などでレジストを除去し、透明電極220、230を完成する。

【0034】続いて、AgもしくはCr-Cu-Crを主成分とする金属材料により、前記透明電極220、230上に厚さ約7 $\mu m$ 、幅50 $\mu m$ のバスライン221、231を形成する。Agを用いる場合にはスクリーン印刷法が適用でき、Cr-Cu-Crを用いる場合には蒸着法またはスパッタ法などが適用できる。以上で表示電極22、23が形成される。

【0035】次に、表示電極22、23の上から酸化鉛(PbO)、酸化ホウ素( $B_2O_3$ )、有機バインダー( $\alpha$ -タービネオールに10%のエチルセルロースを溶解したもの)をそれぞれ75:15:10の重量比で混合してなる鉛系ガラスのペーストをフロントパネルガラス21の全面にわたってコートし、焼成(520°Cで10分)して厚さ約20 $\mu m$ の誘電体層本体241を形成する。

【0036】次に誘電体層本体241の表面に、酸化マグネシウム(MgO)、酸化アルミニウム( $Al_2O_3$ )、スピネル( $MgAl_2O_4$ )のいずれかよりなり、結晶中に2個の電子がトラップされたF中心を有する厚さ約0.9 $\mu m$ の保護層242を形成する。なお具体的な保護層242の形成方法については後述する。以

上でフロントパネル20が作製される。

#### 【0037】2-2.バックパネルの作製

厚さ約2.6mmのソーダライムガラス27からなるバックパネルガラスの表面上に、スクリーン印刷法により銀(Ag)を主成分とする導電体材料を一定間隔でストライプ状に塗布し、厚さ約5μmのアドレス電極28を形成する。続いて、アドレス電極28を形成したバックパネルガラス27の面全体にわたって鉛系ガラスペーストを厚さ約20~30μmで塗布して焼成し、誘電体膜29を形成する。

【0038】次に、誘電体膜29と同じ鉛系ガラス材料を用いて、誘電体膜29の上に、隣り合うアドレス電極28の間隔(約150μm)毎に高さ約120μmの隔壁30を形成する。この隔壁30は、例えば上記ガラス材料を含むペーストを繰り返しスクリーン印刷し、その後焼成して形成できる。隔壁30が形成できたら、隔壁30の壁面と、隣接する隔壁30間で露出している誘電体膜29の表面に、赤色(R)蛍光体、緑色(G)蛍光体、青色(B)蛍光体のいずれかを含む蛍光インクを塗布し、これを乾燥・焼成してそれぞれ蛍光体層31~33とする。

【0039】一般的にPDPに使用されている蛍光体材料の一例を以下に列挙する。

赤色蛍光体:  $(Y_xGd_{1-x})BO_3:Eu^{3+}$

緑色蛍光体:  $Zn_2SiO_4:Mn$

青色蛍光体:  $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{3+}$  (或いは  $BaMgAl_{14}O_{23}:Eu^{3+}$ )

各蛍光体材料は、例えば平均粒径約3μm程度の粉末が使用できる。蛍光体インクの塗布法は幾つかの方法があるが、ここでは公知のメニスカス法と称される極細ノズルからメニスカス(表面張力による架橋)を形成しながら蛍光体インクを吐出する方法を用いる。この方法は蛍光体インクを目的の領域に均一に塗布するのに好都合である。なお、本発明は当然ながらこの方法に限定するものではなく、スクリーン印刷法など他の方法も使用可能である。

【0040】以上でバックパネル26が完成される。なおフロントパネルガラス21およびバックパネルガラス27をソーダライムガラスからなるものとしたが、これは材料の一例として挙げたものであって、これ以外の材料でもよい。

#### 2-3.PDPの完成

作製したフロントパネル20とバックパネル26を、封着用ガラスを用いて貼り合わせる。その後、放電空間38の内部を高真空( $8 \times 10^{-7}$ Torr)程度に排気し、これに所定の圧力(500~760Torr)でNe-Xe系やHe-Ne-Xe系、He-Ne-Xe-Ar系などの放電ガスを封入する。

【0041】以上で、本実施の形態のPDPが完成される。次に、保護層242の形成方法について詳細に説明

する。

#### 3.保護層の詳細な形成方法

すでに述べたように、二次電子の放出量が良好な保護層242を作製するために、本発明では結晶構造中に2個の自由電子がトラップされたF中心を形成する。このF中心を形成するには、基本的に保護層242の材料(ソース物質)を高エネルギー状態で誘電体層本体241の表面に衝突させて堆積させるとよい。具体的には、フロントパネル20に負のバイアス電圧を印加しつつ、以下に説明するスパッタ法、プラズマCVD法あるいはイオンプレーティング法のいずれかによって保護層242を形成する。

#### 【0042】3-1.プラズマCVD法による保護層の形成方法

図3は、プラズマCVD装置の概略図である。本プラズマCVD装置40は、内部に高周波発生装置47が配置されたCVD装置本体45、Arガスボンベ41a(41b)、および気化器42(43)等から主として構成される。図中、CVD装置本体45、気化器42、43は断面構造が示されている。またフロントパネル20については図3~図5にわたり誘電体層本体241を形成した時点のものを表示している(保護層242は未だ形成していない)。

【0043】高周波発生装置47は、互いに対向する高周波発生部471と加熱テーブル472からなる。加熱テーブル472は、フロントパネル20を誘電体層24を形成した面を上にして載置し、プレート加熱ヒータ46により当該パネル20を加熱するものである。なお、加熱テーブル472に載置されたフロントパネル20にはバイアス電源50により負のバイアス電圧が印加されるようになっている。高周波発生部471は、アースされた高周波電源48によりCVD装置本体45の内部で高周波を発生する。

【0044】Arガスボンベ41a(41b)は、キャリアガスであるArガスをバルブC1(C2)、配管L1(L3)を介して気化器(バブラー)42(43)に供給する。気化器42(43)はヒータ42L(43L)により加熱されるようになっており、内部にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgOのいずれかのソース物質となる金属キレート溶液、アセチルアセトン、シクロペンタジエニル化合物等を保温して蓄えている。これらの液状のソース物質は、気化器42(43)に配管L1(L3)を介して供給されるArガスと混合され、配管L2(L4)を介してCVD装置本体45に送り込まれる。

【0045】なお、金属キレートおよびシクロペンタジエニル化合物としては、例えば、Mgのソース物質としてMagnesium Dipivaloyl Methane[Mg(C<sub>11</sub>H<sub>19</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]、Magnesium Acetylacetone[Mg(C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]、Cyclopentadienyl Magnesium[Mg(C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]、Magnesium Trifluoroacetylacetone[Mg(C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>F

,  $O_2$ ), ], 一方、Alのソース物質としてAluminium Dipivaloyl Methane[Al( $C_{11}H_{19}O_2$ )<sub>3</sub>], Aluminium Acetylacetone[Al( $C_5H_7O_2$ )<sub>3</sub>], Aluminium Trifluoroacetylacetone[Al( $C_5H_4F_3O_2$ )<sub>3</sub>]等が挙げられる。

【0046】このような各ソース物質を用いて実際にMgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>のいずれかの作製する場合、MgOやAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はそれぞれMgもしくはAlの単一のソース物質、MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>はMgとAlのソース物質を1:2のモル比になるように混合して用いる。O<sub>2</sub>ポンベ44は、反応ガスであるO<sub>2</sub>ガスをCVD装置本体45に供給する。

【0047】減圧ポンプ49は、CVD装置本体45の内圧を調整するためのものであり、適宜配管L6によりCVD装置本体45内のガスを外部に排出する。以上の構成を有するプラズマCVD装置40によれば、保護層242の形成に際し、予め加熱テーブル472にフロントパネル20を載置しておき、プレート加熱ヒータ46により加熱テーブル472を250~380℃程度に加熱する。そしてバルブC1~C3を開け、Arガス、ソース物質、O<sub>2</sub>ガスをCVD装置本体45に送り込む。また、バルブC1~C3と減圧ポンプ49とを用いてCVD装置本体45の内圧を30~300Paに調節する。

【0048】続いて高周波電源48により高周波発生装置47を例えば13.56MHzの高周波で駆動し、CVD装置本体45内部にプラズマを発生させる。またバイアス電源50を用い、-100V~150Vの負のバイアス電圧をフロントパネル20に印加する。この状態で誘電体層本体241の表面上にソース物質を蒸着させ、保護層242を形成する。

【0049】3-2.スパッタ法による保護層の形成  
図4は、スパッタ装置の概略図である。図中、スパッタ装置本体65は断面構造が示されている。本スパッタ装置60は、内部に高周波発生装置64が配置されたスパッタ装置本体65、Arガスポンベ61a、O<sub>2</sub>ガスポンベ61b等から主として構成される。

【0050】高周波発生装置64は、高周波発生部641と加熱テーブル642、プレート加熱ヒータ63で構成され、その構成は前記高周波発生装置47とほぼ同様である。また、加熱テーブル642に載置されたフロントパネル20にはバイアス電源68により負のバイアス電圧が印加されるようになっている。高周波発生部641は、アースされた高周波電源67によりCVD装置本体65の内部で高周波(例えば13.56MHz)を発生する。

【0051】なお、高周波発生部641にはフロントパネル20と対向する面に保護層の材料としてMgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>のいずれかの固体のソース物質(ターゲット材62)が装着されている。またArガス

ポンベ61a(O<sub>2</sub>ガスポンベ61b)は、バルブC4(バルブC5)、配管L7(配管L8)を介してスパッタ装置本体65と連結され、CVD装置本体65内部にガスを供給できるようになっている。

【0052】減圧ポンプ66は、CVD装置本体65の内圧を調整するためのものであり、適宜配管L9によりCVD装置本体65内のガスを外部に排出する。以上の構成を有するスパッタ装置60によれば、保護層形成に際し、誘電体層本体241を上にしてフロントパネル20を加熱テーブル642に載置し、予めプレート加熱ヒータ63により加熱テーブル642を所定の温度(250℃~380℃)に加熱する。そしてバルブC4、C5を開けてArガス、O<sub>2</sub>ガスをそれぞれスパッタ装置60に導入する。また減圧ポンプ66により、CVD装置本体65の内圧を0.1Pa~10Paに調節する。

【0053】続いて高周波電源67により高周波発生装置64を例えば13.56MHzの高周波で駆動し、CVD装置本体65の内部に本体65にプラズマを発生させながら、同時にバイアス電源64を用いて、-100V~-150Vの負の電位をフロントパネル20に印加する。そしてArイオンをターゲット材62に衝突させてこれをスパッタし、誘電体層24上にMgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>のいずれかよりなる保護層242を形成する。

【0054】3-3.イオンブレーティング法による保護層の形成方法

図5は、イオンブレーティング装置の概略図である。図中、イオンブレーティング装置本体87は断面構造が示されている。本イオンブレーティング装置80は、内部に加熱テーブル82、ホローカソード発生源84、プラズマ発生コイル(高周波発生部)85等が配置されたイオンブレーティング装置本体87、Arガスポンベ81a、O<sub>2</sub>ガスポンベ81b等から主として構成される。

【0055】加熱テーブル82はプレート加熱ヒータ81により加熱され、フロントパネル20に伝熱する。また、不図示のパネル固定器(クリップなど)を備えており、フロントパネル20を誘電体層本体241を形成したフロントパネル20の面をプラズマ発生コイル85に対面させた状態でテーブル表面に固定する。プラズマ発生コイル85は高周波電源89に接続され、高周波(例えば13.56MHz)を発生してイオンブレーティング装置本体87内部にArガスのプラズマを発生する。

【0056】減圧ポンプ83はイオンブレーティング装置本体87の内圧を調節するためのものであり、適宜配管L12によりイオンブレーティング装置本体87内部のガスを排出する。ホローカソード発生源84は当図からは見えないが、上部に円筒形状を有する陰極であって、その内部にソース物質が配置されており、電源89から供給される電力によりソース物質を蒸発させる。

【0057】以上の構成を有するイオンブレーティング

装置80によれば、フロントパネル20の保護層形成に際し、予めフロントパネル20を固定した加熱テーブル82をプレート加熱ヒータ81により200℃に加熱する。そしてバルブC6、C7を開け、Arガス、O<sub>2</sub>ガスを配管L10、L11よりイオンプレーティング装置本体87内部に送り込む。また、減圧ポンプ83によりイオンプレーティング装置本体87の内圧を0.01Pa～1.0Paに調節する。

【0058】続いて高周波電源88よりプラズマ発生コイル85を例えば(13.56MHz)の高周波で駆動し、イオンプレーティング装置本体87内にプラズマを発生させる。これと同時に電源89によりホローカソード蒸発源84を駆動し、ソース物質を蒸発させてイオンプレーティング装置本体87内に充満させる。そしてバイアス電源86によりフロントパネル20に-1000Vの電圧を印加し、フロントパネル20の誘電体層本体241上に保護層242を形成する。

#### 4.実施例と比較例の作製および性能測定

次に、本実施の形態のPDPを前記作製方法にしたがって作製し、保護層のカソードルミネッセンスのピーク測定を行い、さらに放電開始電圧V<sub>f</sub>、放電維持電圧V<sub>m</sub>を測定した。

【0059】4-1.プラズマCVD法による保護層を用いたPDP(実施例No.1～6)の作製  
負のバイアス電圧を印加したプラズマCVD法において、気化器の温度、フロントパネル(FP)の加熱温度、装置内部(雰囲気)の圧力等の各条件を変化させて保護層を作製し、これを用いたPDPを実施例No.1～6とした。

【0060】このときのプラズマCVD法の仕様は次の通りである。

- ・プラズマCVD装置本体の内圧：30Pa～300Pa
- ・Arガス流速：1l/min
- ・O<sub>2</sub>ガス流速：0.5l/min
- ・高周波出力：300W (13.56MHz)
- ・保護層の厚み形成速度：0.9μm/min

ここで各実施例の保護層は、実施例No.1～3ではMgO、実施例No.4、5ではAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、実施例No.6ではMgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>とした。

【0061】4-2.スパッタ法による保護層を用いたPDP(実施例No.7～13)の作製

次に、負のバイアス電圧を印加したスパッタ法において、FPの加熱温度、雰囲気圧力等の条件を変化させて保護層を作製し、これを用いたPDPを実施例No.7～13とした。

【0062】ここで各実施例の保護層は、実施例No.7、8ではMgO、実施例No.9ではAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、実施例No.10ではMgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>とした。また、実施例No.11とNo.12はそれぞれリアクティブスパッタに

よってMgまたはAlの金属単体とO<sub>2</sub>ガスとを反応させ、MgO保護層またはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>保護層を形成した。さらに実施例No.13では、厚さ0.3μmのMgOに厚さ0.3μmの(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を積層して保護層を形成した。

【0063】4-3.イオンプレーティング法による保護層を用いたPDP(実施例No.14～20)の作製  
次に、負のバイアス電圧を印加したイオンプレーティング法において、FPの加熱温度、雰囲気圧力等の条件を変化させて保護層を形成し、これを用いたPDPを実施例No.14～20とした。

【0064】このときのスパッタ法の仕様は以下の通りである。

- ・スパッタ装置本体の内圧：0.1Pa～10Pa
- ・Arガス流速：10cc/min
- ・O<sub>2</sub>ガス流速：1cc/min
- ・高周波出力：500W (13.56MHz)
- ・保護層の厚み形成速度：0.3μm/min

ここで各実施例の保護層は、実施例No.14、15ではMgO、実施例No.16、17ではAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、実施例No.18ではMgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>、また実施例No.19とNo.20はそれぞれリアクティブイオンプレーティング法によってMgまたはAlの金属単体とO<sub>2</sub>ガスとを反応させ、MgO保護層またはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>保護層を形成した。

【0065】4-4.真空蒸着法による保護層を用いたPDP(比較例No.1～3)の作製

上記各実施例No.1～20のPDPとの性能比較を行うため、従来の一般的な保護層の作製方法である真空蒸着法を用いて保護層を形成し、これを用いたPDPを比較例No.1～3とした。なお、真空蒸着法としては、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>を電子ビームで加熱してそれぞれを蒸着した。また、このときの真空蒸着法の仕様は以下の通りである。

- ・真空蒸着装置本体の内圧：0.1Pa
- ・Arガス流速：10cc/min
- ・O<sub>2</sub>ガス流速：1cc/min
- ・加熱に用いた電子銃の出力：30kW
- ・保護層の厚み形成速度：0.9μm/min

#### 4-5.カソードルミネッセンスの測定方法

各実施例と各比較例について、保護層の結晶構造における酸素欠陥(F中心)の存在を同定するため、カソードルミネッセンスの測定を行った。

【0066】具体的には、Xeフラッシュランプ(浜松ホトニクス製L2435)と、狭帯域(通過波長254nm)のバンドパスフィルター(朝日分光製BPF254)とを組み合わせて暗室中でXeランプを発光させ、フィルターの通過光を保護層上にレンズで集光させ、保護層のカソードルミネッセンスをマルチチャンネル分光器(大塚電子製MCPD2000)で測定した。

【0067】4-6.放電開始電圧V<sub>f</sub>、放電維持電圧V<sub>m</sub>およびパネル輝度の測定方法

上記各実施例と各比較例について、保護層のF中心による効果を調べるため、PDPの表示電極に交流電源を接続し、電圧を徐々に印加し、全面で放電が開始した時点の電圧を放電開始電圧V<sub>f</sub>として測定した。また、放電開始後に電圧を下げていき、放電が消滅する直前の電圧を放電維持電圧V<sub>m</sub>として測定した。

【0068】さらにパネル輝度については、パネル全面\*

\*が点灯している時の放電維持電圧で測定し、周波数30KHzで駆動させた時の輝度を測定した。こうして得られた実施例No.1~20および比較例No.1~3のカソードルミネッセンスとパネル輝度等の測定結果を、保護層の作製条件、放電ガスのNe-Xe比率等とともに以下の表1~4に示す。

【0069】

【表1】

実施例	保護層の形成方法	ターゲット物質 保護層	気化器の温度(℃)	FPの加熱温度(℃)	雰囲気圧力(Pa)	バース電圧(V)	放電ガスの体積比率(%)	封入ガス圧力(Torr)	主なカソードルミネッセンスのピーク波長(nm)	放電開始電圧(V <sub>f</sub> )	放電維持電圧(V <sub>m</sub> )	パネル輝度(cd/m <sup>2</sup> )
1	スパッタCVD法	Mg(C <sub>11</sub> H <sub>19</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> MgO	125	350	30	-100	Ne(85)-Xe(15)	500	355.574 700.975	185	118	515
2	スパッタCVD法	Mg(C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> MgO	80	300	100	-200	Ne(90)-Xe(10)	550	355.574 700.975	175	105	508
3	スパッタCVD法	Mg(C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> MgO	80	350	300	-150	Ne(90)-Xe(10)	600	355.574 700.975	170	100	510
4	スパッタCVD法	Al(C <sub>11</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	125	380	30	-100	Ne(90)-Xe(10)	600	300.410	165	98	509
5	スパッタCVD法	Al(C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	85	350	100	-150	Ne(90)-Xe(10)	760	300.410	175	105	510
6	スパッタCVD法	Mg(C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> Al(C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	85	370	150	-150	Ne(90)-Xe(10)	600	355.410 300.700	168	102	512

【0070】

※30※【表2】

実施例	保護層の形成方法	ターゲット物質 保護層	FPの加熱温度(℃)	雰囲気圧力(Pa)	バース電圧(V)	放電ガスの体積比率(%)	封入ガス圧力(Torr)	主なカソードルミネッセンスのピーク波長(nm)	放電開始電圧(V <sub>f</sub> )	放電維持電圧(V <sub>m</sub> )	パネル輝度(cd/m <sup>2</sup> )
7	スパッタ法	MgO(99.99%) MgO	250	0.1	-100	Ne(90)-Xe(10)	500	355.574 700.975	190	121	512
8	スパッタ法	MgO(99.99%) MgO	300	5	-150	Ne(80)-Xe(20)	500	355.574 700.975	198	128	520
9	スパッタ法	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (99.99%) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	300	10	-200	Ne(90)-Xe(10)	580	300.410	185	117	510
10	スパッタ法	MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (99.99%) MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	300	0.3	-100	Ne(90)-Xe(10)	600	300.355 410.700	190	121	505
11	スパッタ法	Mg(金属ターゲット) MgO	350	0.2	-100	Ne(90)-Xe(10)	550	355.574 700.975	195	123	513
12	スパッタ法	Al(金属ターゲット) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	350	0.2	-150	Ne(90)-Xe(10)	550	300.410	190	120	510
13	スパッタ法	MgOとAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> の積層	250	0.2	-150	Ne(90)-Xe(10)	550	300.355 410.574 700.975	185	116	515

【0071】

50 【表3】

実施例	保護層の形成方法	保護層	FPの加熱温度(℃)	雰囲気圧力(Pa)	バイアス電圧(V)	放電ガスの体積比率(%)	封入ガス圧力(Torr)	主なカソード放射線のピーク波長(nm)	放電開始電圧(Vf)	放電維持電圧(Vm)	パネル輝度(cd/m <sup>2</sup> )
14	イオンレーティング法	MgO	200	0.1	-1000	Ne(90)-Xe(10)	550	355, 574, 700, 975	175	112	513
15	イオンレーティング法	MgO	200	0.01	-1500	Ne(90)-Xe(10)	600	355, 574, 700, 975	168	101	508
16	イオンレーティング法	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	200	0.05	-1000	Ne(90)-Xe(10)	550	300, 410	158	98	540
17	イオンレーティング法	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	200	1.0	-500	Ne(90)-Xe(10)	650	300, 410	165	103	525
18	イオンレーティング法	MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	200	0.5	-1000	Ne(90)-Xe(10)	600	300, 355, 410, 700	170	108	515
19	イオンレーティング法	MgO (Mgよりリアクティブイオンレーティング)	200	0.5	-1000	Ne(90)-Xe(10)	600	355, 574, 700, 975	169	103	505
20	イオンレーティング法	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Alよりリアクティブイオンレーティング)	200	0.5	-1000	Ne(90)-Xe(10)	600	300, 410	160	100	530

【0072】

\*20\*【表4】

比較例	保護層の形成方法	保護層	FPの加熱温度(℃)	雰囲気圧力(Pa)	バイアス電圧(V)	放電ガスの体積比率(%)	封入ガス圧力(Torr)	主なカソード放射線のピーク波長(nm)	放電開始電圧(Vf)	放電維持電圧(Vm)	パネル輝度(cd/m <sup>2</sup> )
1	真空蒸着法	MgO	250	0.5	0	Ne(90)-Xe(10)	500	400, 700	248	198	409
2	真空蒸着法	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	300	0.5	0	Ne(90)-Xe(10)	500	300	252	199	404
3	真空蒸着法	MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	300	0.5	0	Ne(90)-Xe(10)	500	300	248	188	410

## 【0073】5. 実施例の性能評価

5-1. 実施例No.1～6（バイアス電圧を印加しつつプラズマCVD法で作製したPDP）と比較例No.1～3との比較

表1に示されるように、実施例No.1～3のMgO保護層ではソース物質の種類に関係なくカソードルミネッセンスに主として355nm、574nm、700nm、975nmの各発光ピークが確認された。表4の比較例No.1のMgO保護層と比較すると、これら4つのPDPの保護層では700nmの発光ピークのみが一致している。このことは、実施例No.1～3および比較例No.1のMgO保護層には1個の自由電子がトラップされたF中心が形成された一方、さらに実施例No.1～3のMgO保護層には2個の自由電子がトラップされたF中心が形成されたことを示唆している（Phys. Rev. B, Volume. 1 No. 4, 15, Feb. 1970を参照）。

【0074】また実施例No.4、5のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>保護層のカソードルミネッセンスを測定した結果、これらもソ

ース物質に関係なく300nmと410nmの発光ピークが同様に確認された。表4の比較例No.2のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>保護層と比較すると、これら3つのPDPの保護層では300nmの発光ピークが一致しており、自由電子1個をトラップするF中心の存在を表すとともに、実施例No.4、5のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>保護層には2個の自由電子がトラップされたF中心が形成されていると思われる。

【0075】次に実施例No.6のMgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>保護層のカソードルミネッセンスを測定した結果には、300nm、355nm、410nm、700nmの各発光ピークが見られ、比較例No.3のMgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>保護層では300nmの発光ピークが見られる。したがって実施例No.6および比較例No.3の両方に自由電子1個をトラップするF中心が形成されており、さらに実施例No.6には自由電子2個をトラップしたF中心が形成されたと思われる。

【0076】次に実施例No.1～6と比較例No.1～3のデータを全体的に比較すると、まずパネル輝度において、比較例No.1～3（約400cd/m<sup>2</sup>）に対し

て実施例No.1~6 ( $500\text{ cd/m}^2$ ) が  $100\text{ cd/m}^2$  以上も向上している結果が測定された。次に放電開始電圧  $V_f$  においては、比較例No.1~3 (250V前後) に対し実施例No.1~6 (165~185V) が最大80V以上も低減されており、放電維持電圧  $V_m$  に至っては比較例No.1~3 (190~200V程度) に対し実施例No.1~6 (98~118V) が100V程度まで低減されているものも見られる。

【0077】このような比較例No.1~3に対する実施例No.1~6の測定結果は、2個の自由電子をトラップしたF中心を保護層に形成したことにより、従来よりも二次電子が豊富に得られるようになり、放電空間におけるプラズマの規模が二次電子によって低電力でも良好に拡大できたため、パネル輝度および放電に係る電力効率の両面において非常に優れた性能が発揮されたものと考えられる。

【0078】なお当該表1のデータから、実際にバイアス電圧を利用したプラズマCVD法でPDPを作製するときは、30~300Pa程度の圧力で、かつフロントパネルに-100~-200V程度の負のバイアス電圧を印加するのが望ましいと言える。

5-2. 実施例No.7~13 (バイアス電圧を印加しつつスパッタ法で作製したPDP) と比較例No.1~3との比較

表2に示すように、実施例No.7、8、11および比較例No.1のMgO保護層のカソードルミネッセンスを測定した結果、前記実施例No.1~6と同じ発光ピークが確認された。したがって実施例No.1~6等と同様の考察により、実施例No.7、8および比較例No.1のMgO保護層はともに1個の自由電子をトラップするF中心を有し、実施例No.7、8では2個の電子がトラップされたF中心が形成されたと思われる。

【0079】また実施例No.9、12の $\text{Al}_2\text{O}_3$ 保護層には300nmと410nmの各発光ピークが確認された。これらのうち410nmの発光ピークは実施例No.4、5と同様に2個の自由電子がトラップされたF中心を示すものと思われる。さらに実施例No.10と比較例No.3の $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ 保護層を比較すると、両者に見られる300nmの発光ピークは1個の自由電子をトラップしたF中心、それ以外の発光ピークを持つ実施例No.10には2個の自由電子をトラップするF中心が形成されていることをそれぞれ表しているのが分かる。

【0080】なおNo.13の保護層はMgOと $\text{Al}_2\text{O}_3$ の積層構造となっているため、MgOと $\text{Al}_2\text{O}_3$ の両方のピークが得られたものと思われる。次に実施例No.7~13と比較例No.1~3のデータを全体的に比較すると、パネル輝度において、実施例No.1~6と同様に、比較例No.1~3 ( $約400\text{ cd/m}^2$ ) に対し実施例No.7~13 ( $505\text{ cd/m}^2$ 以上) が10

$0\text{ cd/m}^2$ 以上も向上している結果が測定された。次に放電開始電圧  $V_f$  において、比較例No.1~3 (250V前後) に対し実施例No.7~13 (185~195V前後) と60V程度の電圧の低減効果が見られた。さらに放電維持電圧  $V_m$  でも比較例No.1~3 (190~200V程度) に対し実施例No.7~13 (120V前後) が100V程度まで低減されている。

【0081】比較例No.1~3に対する実施例No.7~13の測定結果も、2個の自由電子をトラップしたF中心により、従来よりも二次電子が豊富に得られ、プラズマが二次電子によって低電力でも良好に拡大できた結果、パネル輝度および電力効率などにおいて優れた性能が発揮されたことを表している。なお当該表2のデータから、実際にバイアス電圧を利用したスパッタ法でPDPを作製するときは、0.1~10Pa程度の圧力で、かつフロントパネルに-100~-200V程度の負のバイアス電圧を印加するのが望ましいと言える。

【0082】5-3. 実施例No.14~20 (バイアス電圧を印加しつつイオンブレーティング法で作製したPDP) と比較例No.1~3との比較

表3に示すように、実施例No.14~20のPDPについて保護層のカソードルミネッセンスを測定した結果、No.14、15、19のMgO保護層、実施例No.16、17、20の $\text{Al}_2\text{O}_3$ 保護層、実施例No.18の $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ 保護層のそれぞれについて、表1および表2、表4と同様の各発光ピークが確認された。すなわちこれら実施例No.14~20の保護層には、1個および2個の自由電子をそれぞれトラップするF中心が形成されていることが示された。

【0083】次に実施例No.14~20と比較例No.1~3のデータを全体的に比較すると、パネル輝度において、実施例No.1~13とはほぼ同様に、比較例No.1~3 ( $約400\text{ cd/m}^2$ ) に対し実施例No.4~20 ( $505\text{ cd/m}^2$ 以上) が  $100\text{ cd/m}^2$  以上も向上している結果が測定された。特に実施例No.20、16、25の各 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 保護層においては、それぞれ530 $\text{ cd/m}^2$ 、540 $\text{ cd/m}^2$ 、525 $\text{ cd/m}^2$ と比較的高いパネル輝度を発揮した。

【0084】また放電開始電圧  $V_f$  においては、比較例No.1~3 (250V前後) に対し実施例No.14~20 (160~175V前後) と75V程度まで低電圧を実現できる効果が見られた。さらに放電維持電圧  $V_m$  では、比較例No.1~3 (190~200V程度) に対し実施例No.14~20 (105V前後) が100V程度まで低減されている。これら  $V_m$ 、 $V_f$  に関しては、実施例No.20が最もバランスよく優れるといった結果が得られた ( $V_f = 160\text{ V}$ 、 $V_m = 100\text{ V}$ )。

【0085】このように実施例No.20がパネル輝度、電力効率ともに優れているのは、二次電子の放出量

が多いためと思われる。比較例 No. 1～3 に対する実施例 No. 14～20 の測定結果も、2 個の自由電子をトラップした F 中心により、従来よりも二次電子が豊富に得られ、プラズマが二次電子によって低電力でも良好に拡大され、パネル輝度および電力効率などにおいて優れた性能が発揮されたことを表していると思われる。

【0086】なお当該表 3 のデータから、実際にバイアス電圧を利用したイオンプレーティング法で PDP を作製するときは、0.01～1.0 Pa 程度の圧力下で、かつフロントパネルに -100～-200 V 程度の負のバイアス電圧を印加するのが望ましいと言える。

#### 6. その他の事項

上記実施の形態および実施例ではハイビジョン型 PDP を作製する例について示したが、当然ながら本発明はこれに限定するものではなく、別の規格の PDP やガス放電パネルに適用してもよい。

【0087】さらに、放電ガスは Ne-Xe 系に限らず、これ以外の放電ガスであってもよい。また、上記実施の形態および実施例では保護層に負のバイアス電圧を印加する例を示したが、本発明はこれに限定せず、プラズマ CVD 装置、スパッタ装置、イオンプレーティング装置等の高周波発生部とフロントパネルとの間に上記負のバイアス電圧に相当する電圧差を設けることができ

ばよい。

【0088】また、本発明ではプラズマ CVD 装置、スパッタ装置、イオンプレーティング装置のいずれかを組み合わせてもよく、これによって例えば異なる材料を積層して保護層を形成するようにしてもよい。さらに、本発明の保護層を構成する金属酸化物として酸化マグネシウム MgO、酸化アルミニウム  $Al_2O_3$ 、スピネル  $MgAl_2O_4$  を挙げたが、これらのいずれかを組み合わせ

て保護層を形成してもよいし、これ以外の材料で保護層を構成しても構わない。

【0089】さらに、上記実施の形態および実施例は誘電体層本体に保護層を積層し、これを誘電体層とする例を示したが、誘電体層本体を上記金属酸化物から構成し、保護層を省略する構成としてもよい。さらに、2 個の自由電子がトラップされた F 中心を形成し易くする方法の一つとして、プラズマ CVD 装置、スパッタ装置、イオンプレーティング装置等の内部の雰囲気中における  $O_2$  濃度を低くしたり、 $H_2$  等の還元性ガスを添加すると効果的に上記 F 中心が形成されることが別の実験により明らかになっている。本発明ではこのような方法を併用することによって F 中心を形成するようにしてもよい。

【0090】

【発明の効果】以上のことから明らかなように、本発明は第一の電極と誘電体層が表面にその順に形成された第一のプレートと、第二のプレートが、前記誘電体層と対向するように配設されたガス放電パネルであって、前記誘電体層は、少なくとも第二のプレートに対向する表面

が金属酸化物より構成され、かつ当該金属酸化物の結晶構造中には 2 個の自由電子がトラップされた酸素欠陥が含まれているので、消費電力を上昇させることなく前記 2 個の自由電子により放電規模が良好に拡大され、パネル輝度が向上する。また当該自由電子により放電中の電子数が豊富になるので、放電遅れが改善され、走査速度の向上が期待できる。したがって従来より低い駆動電圧で駆動でき、かつ良好な発光効率が得られるので、優れたハイビジョン型 PDP などのガス放電パネルの実現が可能となる。

【0091】このような本発明のガス放電パネルは、第一の電極を形成した第一のプレート表面に誘電体層を形成する第一ステップと、第一のプレート面と第二のプレート面を対向して貼着する第二ステップとを備えるガス放電パネルの製造方法によって、前記第一ステップにおいて、プラズマ CVD 装置、スパッタ装置、イオンプレーティング装置から選択した装置を用い、当該装置の高周波発生部と第一のプレートとの間にバイアス電圧を印加しつつ、少なくとも第二のプレートに対向する表面部分が金属酸化物からなる誘電体層を形成することにより製造が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一適用例である交流面放電型 PDP の部分的な断面斜視図である。

【図 2】PDP の厚み方向の部分断面図である。

【図 3】プラズマ CVD 装置の概略図である。

【図 4】スパッタ装置の概略図である。

【図 5】イオンプレーティング装置の概略図である。

【符号の説明】

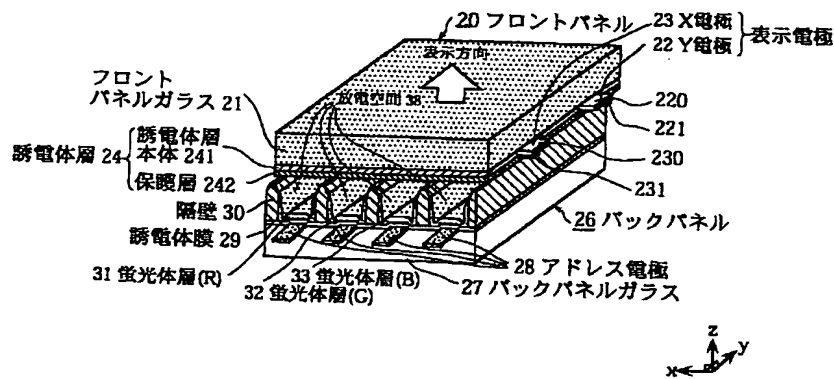
- 20 フロントパネル
- 21 フロントパネルガラス
- 22、23 表示電極
- 24 誘電体層
- 26 バックパネル
- 28 アドレス電極
- 38 放電空間
- 40 プラズマ CVD 装置
- 41a、41b、61a Ar ガスボンベ
- 42、43 気化器
- 42L、43L 液体ソース物質（金属キレートおよびシクロペンタジエニル化合物）
- 42H、43H ヒータ
- 44、61b  $O_2$  ガスボンベ
- 45 プラズマ CVD 装置本体
- 46、63、81 プレート加熱ヒータ
- 47、64 高周波発生装置
- 48、67、88 高周波電源
- 49、66、83 減圧ポンプ
- 50、64、86 バイアス電源
- 60 スパッタ装置



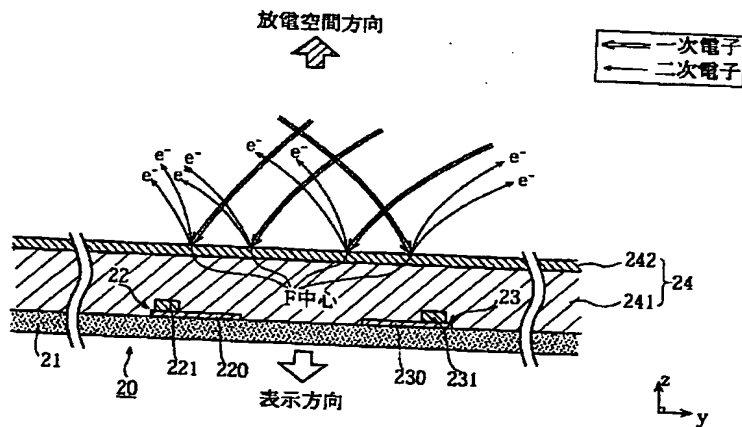
23  
 62 ターゲット材（固体ソース物質）  
 65 スパッタ装置本体  
 80 イオンプレーティング装置  
 82、472、642 加熱テーブル  
 84 ホローカソード蒸発源  
 85 プラズマ発生コイル

\* 89 電源  
 241 誘電体層本体  
 242 保護層  
 471、641 高周波発生部  
 C1～C7 バルブ  
 \* L1～L12 配管

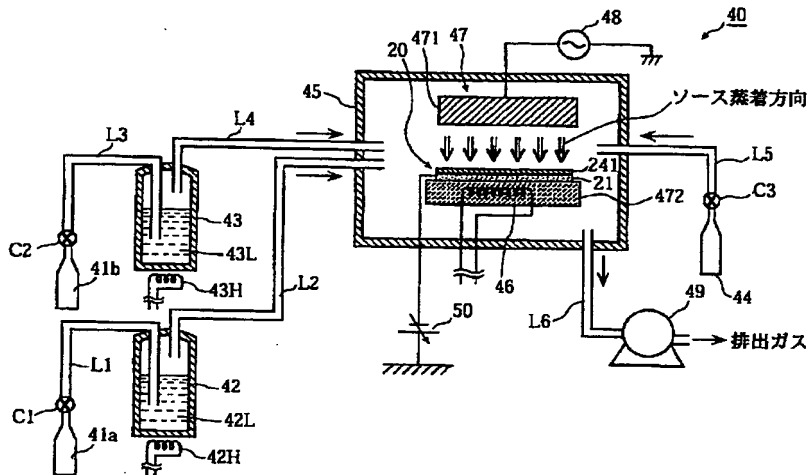
【図1】



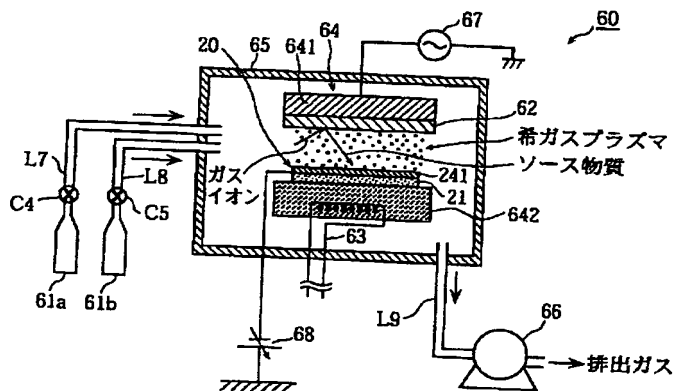
【図2】



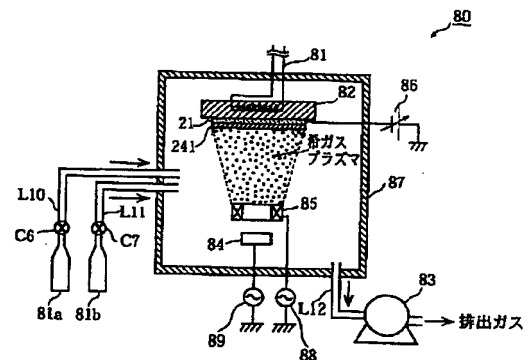
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 安井 秀明  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 高田 祐助  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 塩川 晃  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 村井 隆一  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

F ターム(参考) 5C027 AA10

5C040 GA02 GD07 GD09 GE07 GE09

JA07 KA20 MA12